

# 星耀天穹 福及人类

## ——中国北斗全球卫星导航系统建设纪略



（上接第六版）

### “五千万”工程

千惊天动地事、做隐姓埋名人，不分前方后方、不分国企民企、不分台前幕后，他们都是北斗人，共同谱写了重大航天工程“举国上下一盘棋、千军万马大会战”的火热篇章

从北斗工程立项伊始，天南海北的建设者们便怀揣激情和梦想汇聚到北斗研制建设一线，他们千惊天动地事、做隐姓埋名人，不分前方后方、不分国企民企、不分台前幕后，共同谱写了重大航天工程“举国上下一盘棋、千军万马大会战”的火热篇章。如同北斗工程总设计师杨长风所说：“北斗是‘五千万’工程：调动了千军万马，经历了千难万险，付出了千辛万苦，要走进千家万户，将造福千秋万代。”

2015年，北斗三号即将发射试验卫星，其成功与否直接影响着后续组网任务能否顺利进行，至关重要。为了赶上“发射窗口”，航天科技集团五院总体部机械总体研制团队绞尽脑汁、开足马力、使出浑身解数，流程调整、精简项目……大家心中只有一个信念——“必须按时出厂！”为了确保每项工作按计划完成，总装现场24小时作业、设计师就24小时限产。在亮如白昼的大厅里，已然分不清是深夜还是白天，困了就出去洗个脸精神一下，累了就坐在现场休息一会儿，“天线顺利展开、转动指令正确”……每一个节点任务的顺利完成，都会给在场的人打上一支“强心剂”，经过一个多月的努力，试验星终于在9月30日成功发射。

类似的场面在整个北斗系统工程中无数次出现，不分昼夜地坚守，永不放弃地攻坚克难，属于北斗人的精神有很多，其中工匠精神更是北斗工程的魂。

在第九颗北斗三号卫星某关键单机测试中，总体主任设计师刘家兴发现一个关键指标“超标了”。“差了多少呢？”得到的答案是“小于一纳秒”。换句话说，这个误差小于十亿分之一秒。但刘家兴就是过不了心里的那道关，为了这个误差，整个团队停下了前进的脚步，用他们的话说就是“坚决不能让卫星带着隐患上天！”

2020年6月15日晚，举世瞩目的北斗三号最后一颗全球组网卫星发射任务因运载火箭发现产品技术问题推迟发射，已经加注的近400吨火箭常规推进剂必须安全泄出。危急时刻，加注分队连续3天反复研究推进剂泄出技术难点，分析近500个阀门、1600米管道等设备设施状态，组织8次泄出演练，把泄出方案细化到分钟级，精确到每一个动作、每一句口令，力求将风险降到最低点。6月23日，伴随着轰鸣巨响，重新加注燃料的长征三号乙运载火箭，托举着北斗三号最后一颗全球组网卫星飞向太空，为北斗发射任务画上一个圆满句号：44次发射取得100%成功。

今年北斗收官发射又赶上新冠肺炎疫情防控，多支试验队伍、数百名科技人员齐聚发射场，任务实施过程一波三折。大家既要打赢组网收官战，又要打好疫情防控战，两条线都不能出问题。面对特殊严峻的形势，参试各方心往一处想、劲往一处使，主动换位思考、共同坚守担当。总体层面精心做“统法”，统筹资源、统筹力量、统筹工作；各试验队一再做“减法”，把现场人员压到最少、工作流程调到最简，各类风险控到最小；发射场全力做“加法”，加强防控措施、加大保障力度、加紧解决困难，齐心协力、共渡难关，有效确保了发射任务和场区防疫“双胜利”。

据统计，北斗卫星导航系统工程启动以来，全国范围内共有400多家单位、30余万名科技人员参与研制建设。陈芳允、孙家栋两位“两弹一星”元勋和几十名两院院士领衔出征。国内卫星导航



竖立在西昌卫星发射中心二号发射工位旁的质量文化标语。

与位置服务领域企事业单位数量在1.4万家左右，从业人员数量超过50万，形成珠三角、京津冀、长三角、鄂豫湘、川陕渝五大产业区。

### “全球时代”已经到来

随着北斗三号全球卫星导航系统正式开通服务，从国内到国外，从区域到全球，北斗服务将为更多国家和人民所共享

随着北斗三号全球卫星导航系统正式开通服务，属于北斗的“全球时代”已经到来。从国内到国外，从区域到全球，北斗服务将为更多国家和人民所共享。

目前世界上共有四大全球卫星导航系统，分别是美国的GPS、俄罗斯的GIONASS、欧盟的Galileo和中国的北斗。北斗三号以具备世界先进水平的性能进入全球卫星导航系统大家庭，将为全世界用户提供定位速度更快、用户体验更好的导航定位服务。与其他3个全球卫星定位系统相比，北斗是唯一采用三种轨道搭配星座，北斗的地球静止轨道和倾斜同步轨道可以使亚太地区几乎永久保持至少12颗卫星可见，大幅提高该区域定位精度。

2020年6月，北斗三号全球系统星座部署完成后，联合国外空司专门发来视频，祝贺北斗系统完成全球组网部署，肯定北斗系统正在推动全球经济社会发展，赞赏北斗系统在和平利用外太空、参与联合国空间活动国际合作方面作出的巨大贡献。

近年来，中国政府致力于推动卫星导航领域国际合作。双边合作走深走实。中俄卫星导航政府间合作协定正式生效，为中俄互建监测站等合作提供组织与法律保障，北斗和GIONASS系统实现信号兼容；中美实现北斗和GPS系统信号兼容与互操作；中欧深入开展频率协调。持续推动多系统兼容共用，让全球用户更好地享用多系统带来的好处。

多边合作成果显著。在联合国全球卫星导航系统委员会(IGG)等多边平台上积极发声，并成功举办两届IGG大会。成功举办中阿北斗合作论坛、中国—中亚北斗合作论坛，拓展与“一带一路”国家和国际组织的合作平台，持续扩大北斗“朋友圈”。

北斗应用不断落地海外。北斗系统作为目前唯一一个具备导航和短报文通信功能的卫星导航系统，这一优势早在2015年尼泊尔大地震中就得到了充分体现。据当时参加救援的厦门蓝天救援队队长陈素珍回忆，当时各国救援队间

西昌卫星发射中心科技人员正在将火箭吊装至发射塔架。



通信不畅成为救援的最大障碍。因为中国北斗可以发短报文，尼泊尔的指挥部就把中国救援队派到了受灾最偏远、最严重的地方。

中国北斗的贡献还伴随着“太空丝路”不断延展。在我国周边和“一带一路”沿线国家，巴基斯坦的交通运输、港口管理，缅甸的土地规划、河运监管，老挝的精细农业、病虫害灾害监管，文莱的都市现代化建设、智慧旅游，印尼的海上集成应用，在不同国度的不同领域，都有中国北斗的身影。

近些年，随着经贸往来的增加，我国与周边国家间跨境客货运车辆数不断增长，也增加了相关管理部门对跨境客货运车辆的管理难度。北斗系统提供的导航定位服务，正是解决提升跨境运输车辆安全管理能力的关键所在。俄罗斯是率先与我国就利用卫星导航系统实现两国跨境车辆管理的国家。目前，中俄已完成了跨境运输车辆监管系统的开发工作，并在部分中方、俄方客货运车辆上安装了北斗/GIONASS兼容终端，接入系统开展了试运行活动。

夏天，北斗人从40摄氏度的室外走进15摄氏度的测试大厅，穿上军大衣投入工作。

精度定位设备火速驰援，确保工地大部分放线测量一次完成，为医院迅速施工争取了宝贵时间。

发展到今天，北斗系统已应用到各行各业，走进千家万户，如同水和电一样，成为人们日常生活中不可缺少的必需品，无处不在、触手可及。

新建成的北京大兴国际机场，依托北斗高精度融合定位解决方案，成为全国首个实现行李装卸车辆在室内的亚米级定位的大型机场。在机场中实现高精度室内定位的价值还有很多，对于机场管理方面来说，室内定位将会是物联网的核心基础设施，未来对机场内人员和物品的监管调度、轨迹追溯、大数据分析都要依靠室内定位进行数据采集。而对于旅客来说，高精度的室内定位则有机会提供给他们更为便捷的导航或提醒服务。

民以食为天，食以安为先。利用北斗定位和网络技术，市场上销售的“北斗菜”，扫一扫二维码，就能追踪它长在谁家地、用的谁家种、施过什么肥。如今，越来越多的菜农加入“北斗菜”网络平台，为自己的绿色蔬菜“正名”。一些地方的水果种植、畜牧养殖，甚至是中药生产，都开始利用北斗终端进行溯源管理、全过程监控，百姓关注的食品药品安全问题有望从技术上得以解决。

过去人在旅途，常常身在困途。如今，加入或使用了北斗的电子地图、约车软件，共享单车、位置分享，你能更任性地说走就走。大型客车、学生

持“中国的北斗，世界的北斗”的发展理念，积极推进北斗系统国际合作。

北斗提供全球服务，是北斗建设的一大步，也是北斗发展的新起点。正如孙家栋院士所说，“全球卫星导航系统已成为经济社会不可或缺的空间信息基础设施，它将惠及人类生活和经济发展。如今，北斗已成为全球卫星导航系统中不可忽视的重要力量，成为我国对外交往的重要合作项目，显著提升了我国的国际地位与影响力。”

### 生活因它更精彩

“融合发展、万物互联”，“北斗+”让生活更便利、更精彩，北斗系统正走进各行各业、千家万户，成为日常生活中不可缺少的必需品

北斗作为国家重大空间基础设施，提供的是公共服务产品，就如同电、无线网络一样，必须通过终端服务来实现价值。因此，“融合发展、万物互联”一直是北斗应用推广的基本方针。通过万物互联，“北斗+”让生活更便利、更精彩。

2008年5月12日，四川省汶川县发生里氏8.0级特大地震，外界无法及时获得震区情况，成为救援工作最大阻力。紧急情况下，中国卫星导航应用管理中心为救援部队紧急配备了上千台北斗用户终端。5月12日22时左右，首批武警官兵到达地震重灾区，并使用北斗卫星导航系统用户终端机连发陆续发回实时灾情数据，为地震重灾区发出了第一束生命急救电波。也正是那场灾难让“北斗”这个名字从此家喻户晓。

12年过去了，今天的北斗应用已经远超当年的想象。2020年4月30日，我国“2020珠峰高程测量”正式启动。在首次精确测定并公布珠峰高程45年后，中国人再次为世界第一高峰测量“身高”。不同以往的是，此次测量，中国北斗导航系统为科考人员提供了主要数据。

在新冠肺炎疫情阻击战中，北斗的贡献同样有目共睹。北京、湖北的北斗植保无人机被广泛用于区域内消毒防疫，一架无人机单次喷洒面积可覆盖5000平方米，并且能深入防疫车无法抵达的死角。在全国各地，数十万台北斗终端进入物流行业，通过北斗精准定位，位置信息一目了然，一些物流企业还通过机器人向部分隔离小区提供物资运输配送。北斗与互联网、移动通信网、大数据、云计算等结合形成的“北斗+”信息产品，可以对感染者的行动轨迹进行精确定位并向社会公开发布，为大城市特别是基层社区做好防控提供关键数据支撑。

武汉火神山、雷神山医院建设十万火急、分秒必争。“万丈高楼平地起”，高精度定点定位是基准，快速精确测量是基础。大年三十晚上，工作人员闻令而动，奔赴火神山医院工地，北斗高



精度定位设备火速驰援，确保工地大部分放线测量一次完成，为医院迅速施工争取了宝贵时间。

发展到今天，北斗系统已应用到各行各业，走进千家万户，如同水和电一样，成为人们日常生活中不可缺少的必需品，无处不在、触手可及。

新建成的北京大兴国际机场，依托北斗高精度融合定位解决方案，成为全国首个实现行李装卸车辆在室内的亚米级定位的大型机场。在机场中实现高精度室内定位的价值还有很多，对于机场管理方面来说，室内定位将会是物联网的核心基础设施，未来对机场内人员和物品的监管调度、轨迹追溯、大数据分析都要依靠室内定位进行数据采集。而对于旅客来说，高精度的室内定位则有机会提供给他们更为便捷的导航或提醒服务。

民以食为天，食以安为先。利用北斗定位和网络技术，市场上销售的“北斗菜”，扫一扫二维码，就能追踪它长在谁家地、用的谁家种、施过什么肥。如今，越来越多的菜农加入“北斗菜”网络平台，为自己的绿色蔬菜“正名”。一些地方的水果种植、畜牧养殖，甚至是中药生产，都开始利用北斗终端进行溯源管理、全过程监控，百姓关注的食品药品安全问题有望从技术上得以解决。

过去人在旅途，常常身在困途。如今，加入或使用了北斗的电子地图、约车软件，共享单车、位置分享，你能更任性地说走就走。大型客车、学生

校车、危险品运输车等强制安装北斗终端，超时超速和不按规定路线行驶得到及时警示提醒，交通违章率和事故伤亡率各下降50%。设置北斗电子围栏，共享单车的无序停放得到有效治理。

据中国北斗卫星导航系统白皮书显示，北斗系统自提供服务以来，已在交通运输、农林渔业、水文监测、气象测报、通信授时、电力调度、救灾减灾、公共安全等领域得到广泛应用，服务国家重要基础设施，产生了显著的经济效益和社会效益。

回望当初，当很多国家不惜斥巨资发展全球卫星导航系统时，我国“两弹一星”元勋杨嘉墀院士就鲜明地指出，中国民用卫星导航市场广阔，潜在经济效益巨大，是今后可持续发展的重要因素。

2018年，我国卫星导航与位置服务产业总产值就达到3016亿元，其中北斗对产业核心价值贡献率达到80%，由卫星导航衍生带动形成的关联产值达到1947亿元。2019年我国卫星导航与位置服务产业总产值值达3450亿元，较2018年增长14.4%。卫星导航服务这个巨大的市场仍在高速增长，北斗完成全球组网后，将迎来深化应用及黄金发展的新时代。

### 赋能未来

北斗与互联网、大数据、人工智能等新技术的融合发展，正在构建以北斗时空信息为主要内容的新兴产业生态链

随着我国成功发射北斗三号最后一颗全球组网卫星，一款“北斗，北斗，收到请回答”的小应用也跟着刷爆微信朋友圈。由央视新闻与千寻位置联合发布的这个小程序，通过“时空智能卫星实时数据监测系统”，不仅告知了人们头顶北斗卫星数量，还能看到每颗卫星的实时运行轨迹，甚至每个卫星实时的经纬度、高度、三维速率等信息。

直到今天不少人还有一种误解，好像GPS就是卫星导航系统的代名词。实际上，今天的卫星导航已经是多系统兼容共用，包括GPS、GIONASS、Galileo，当然更包括中国的北斗。而一个手机终端有没有用到北斗系统，则取决于芯片是否支持北斗系统。

近年来，随着北斗应用产业发展，国内外主流芯片厂商纷纷推出兼容北斗系统的通导一体化芯片。据统计，截至2019年第三季度，在中国市场申请入网的手机有151款具有定位功能，其中支持北斗定位的有110款。国内北斗企业利用北斗地基增强站，提供厘米级定位、毫米级感知、纳米级授时的精准时空服务，提供的加速定位服务覆盖220个国家和地区，全球用户规模超过3.9亿。千寻位置市场总监俞洁瑾表示，在北斗三号全球组网最后一颗卫星发射成功之际，推出这款小应用，就是希望大家更好地感知到，北斗就在我们身边。

千寻位置之所以能够让人随时随地的“呼叫北斗”，是通过地基增强系统，星基增强系统星地一体融合能力及全球站网系统，构建了一个实时无缝的“星地一体”高精度时空网络，让终端用户通过互联网就可以随时随地获取这项服务，相当于提供了一个“增强版”北斗。

2020年6月23日，千寻位置网络有限公司对外宣布，我国自主研发的北斗加速辅助定位服务用户数已经突破5亿，覆盖国内大部分安卓手机，这项服务将耗时30秒以上的初始定位时间缩短至3秒，极大增强用户的定位体验。

伴随着北斗完成全球组网的步伐，北斗加速定位服务的普及，对于北斗规模化应用具有重要意义。北斗与互联网、大数据、人工智能等新技术的融合发展，正在构建以北斗时空信息为主要内容的新兴产业生态链，并正在成为北斗产业快速发展的新引擎和助推器，推动着生产生活方式变革和商业模式的不断创新，催生了精细农业、精准物流、自动驾驶、智能交通、智慧城市等经济发展新模式和产业发展新业态。

北斗系统的全域覆盖、全时联通，将推动万物互联时代的加速到来。“北斗+物流”，包装可以根据商品体积重量自动选择包装箱，发货可以根据地址自动分拣配送，买家可以随时知道所购物品的行踪轨迹；“北斗+支付”，能够对1秒钟内成百上千的股票、车票购买申请进行精确排队，按序办理；通过精确掌握车辆位置变化和时间长短，从云端快速准确完成高速公路行驶缴费、公共场所停车收费、车辆自动充电计价等。

千寻位置CEO陈金培指出，亿级的使用频率仅仅是一个开始，随着物联网时代的到来，时空服务的使用者将会是数以百亿计的“机器人”，它们对时空服务的需求更高、依赖性更强，使用频率将是几何级数的增长。

冉承其指出，随着信息技术的发展，互联网、移动通信、卫星导航这三大支柱产业正在实现紧密融合、跨界融合。政府部门也在顺应信息技术领域发展变化的趋势，积极推动北斗与大数据、云计算与互联网、移动通信的融合发展。

中国卫星导航系统管理办公室副主任陈谷仑表示，北斗系统若想做好服务，需要在技术创新、管理创新等方面进一步努力，推动引领应用发展。

### 结 语

从北斗一号工程立项开始，二十六载风雨兼程，为了实现共同的梦想，几代北斗人接续奋斗、数十万建设者聚力托举，在强国复兴的伟大征程中，一次又一次刷新“中国速度”、展现“中国精度”、彰显“中国气度”。

雄关漫道真如铁，而今迈步从头越。回望来路，北斗人强国初心永不改；展望未来，北斗星光耀全球正当时。

（本文图片全部由航天科技集团五院和西昌卫星发射中心提供）